

**STUDI EVALUASI SISTEM PROTEKSI *RELAY* ARUS LEBIH  
PADA GENERATOR DI PUSAT PLTA GAJAH MUNGKUR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**ALVIN NUR FAJAR RACHMAWAN**

**NIM. D400150019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**STUDI EVALUASI SISTEM PROTEKSI *RELAY* ARUS LEBIH  
PADA GENERATOR DI PUSAT PLTA GAJAH MUNGKUR**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**ALVIN NUR FAJAR RACHMAWAN**

**NIM. D 400150019**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Ir. Jatmiko, MT**

**NIK. 731**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI EVALUASI SISTEM PROTEKSI *RELAY* ARUS LEBIHPADA GENERATOR DI  
PUSAT PLTA GAJAH MUNGKUR**


**OLEH**

**ALVIN NUR FAJAR RACHMAWAN**

**NIM. D400150019**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Senin, 27 April 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

1. Ir. Jatmiko, M.T (  )  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Hasyim Asy'ari, S.T. M.T (  )  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Supardi, S.T. M.T (  )  
(Anggota II Dewan Penguji)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D., IPM**

**NIK. 0630126302**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam naskah publikasi yang saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan, ditulis maupun diterbitkan orang lain untuk memperoleh gelar kesarjanaanya di suatu perguruan tinggi, kecuali secara tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

**Surakarta, 27 April 2020**

Penulis



**ALVIN NUR FAJAR**

**RACHMAWAN**

**NIM. D400150019**

# STUDI EVALUASI SISTEM PROTEKSI *RELAY* ARUS LEBIH PADA GENERATOR DI PUSAT PLTA GAJAH MUNGKUR

## Abstrak

Generator listrik menghasilkan energi yang berupa listrik dari sumber energi mekanik dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini disebut sebagai pembangkit listrik. Generator merupakan sebuah alat yang sangat penting pada pusat pembangkit listrik, sehingga untuk mencegah hal yang berbahaya terjadi maka dipasang sebuah sistem proteksi yang bertujuan untuk mengisolir gangguan yang terjadi. Sehingga tidak akan merusak peralatan dan sistem yang tidak terganggu. Rele proteksi merupakan peralatan listrik yang dirancang khusus untuk memisahkan bagian sistem tenaga listrik dan untuk mengoperasikan sinyal apabila terjadi gangguan pada sistem. Gangguan arus hubung singkat dapat dihindari dengan cara penyetelan rele dan menentukan penyetelan rele arus lebih di generator. Rele arus lebih adalah rangkaian peralatan rele proteksi yang memberikan respon terhadap arus yang melewati nilai arus yang telah ditentukan rangkaian yang diamankan guna untuk menjaga kendala dan stabilitas sistem tenaga listrik serta untuk perlindungan dari kerusakan generator. Pada saat melakukan penelitian, perhitungan dan pengkajian data yang telah diambil hasilnya akan dievaluasi dengan data yang ada di PLTA Gajah Mungkur. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan setting hasil perhitungan dan setting eksisting dari PLTA Gajah Mungkur Wonogiri. Metode yang digunakan adalah melakukan perhitungan secara matematis sehingga hasil perhitungan akan dibandingkan dengan data eksistensinya yang diperoleh dari sub unit PLTA Gajah Mungkur Wonogiri. Hasil dari perhitungan menunjukkan In ( Arus Nominal) memiliki selisih 0,003 %, Is ( Arus Setting ) memiliki selisih 12,986 %, TMS ( *Time Multiplier Setting* ) memiliki selisih 28 % dan TOP ( *Time Operation* ) memiliki selisih 0 % ( dikatakan sama ).

*Kata Kunci : Proteksi, Generator, Relay Arus Lebih*

## Abstract

Electric generators produce energy in the form of electricity from mechanical energy sources using electromagnetic induction. This process is referred to as electricity generation. The generator is a important tool in the center of the power plant, so to stop dangerous things occurs, a protection system is installed which aims to isolate the disturbance that occurs. So that it will not damage equipment and systems that are not interrupted. Protection relay is electrical equipment that specifically designed to split parts of the electric power system and to operate the signal in case of interference with the system. Short-circuit current disturbance can be avoid by adjusting the relay and determining the overcurrent relay adjustment in the generator. Over current relays are a series of relay protection equipment that responds to currents that pass through a predetermined current value that is secured in order to maintain constraints and constancy of the electric power system and to protect against damage to generators. When conducting research, the calculation and valuation of data that has been taken will be evaluated with the data in the Gajah Mungkur Hydro electric Power Plant. The purpose of this was to determine the comparison of the calculation results and the existing settings of the Gajah Mungkur Wonogiri hydro power plant. The method is used to do mathematical calculations so that the calculation results will be checked with the last existence data that get from the Gajah Mungkur Wonogiri hydropower sub unit. The results of calculations show that In (Nominal Flow) has a 0,003% difference, Is (Current Setting) has a 12,986% difference, TMS (Time Multiplier Setting) has a 28% difference and TOP (Time Operation) has a 0% difference (said to be the same).

Keywords: Protection, Generator, Overcurrent Relay

## **1. PENDAHULUAN**

Energi listrik di zaman ini merupakan kebutuhan yang harus terpenuhi seiring dengan perkembangannya pembangunan yang semakin bertambah, bertambahnya kebutuhan listrik dari masyarakat mengakibatkan kebutuhan terhadap pembangkit listrik yang mampu membangkitkan energi listrik dalam skala besar. Energi listrik yang dibangkitkan dipusat-pusat pembangkit listrik termasuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA sebagai pembangkit membutuhkan peralatan proteksi dari gangguan, baik itu internal semisal melokalisir adanya gangguan akibat beban lebih maupun eksternal semisal gangguan surya ( petir dan hubung) pohon tumbang dan sebagainya (Setyawan, 2008)

PLTA Gajah Mungkur merupakan sub unit PLTA yang berada di bawah unit PT Indonesia Power, Unit Bisnis Pembangkit Mrica, Banjarnegara Jawa Tengah yang terletak di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah.

PLTA Gajah Mungkur meampu menghasilkan daya listrik sebesar 7750 KVA yang terdiri dari 2 generator dan didistribusikan ke wilayah Kabupaten Wonogiri dan Sekitarnya. PLTA Gajah Mungkur juga disalurkan ke sistem interkoneksi transmisi udara.

Suatu sistem pembangkit memerlukan alat proteksi saat terjadi gangguan agar tidak menyebabkan suplai tenaga ke konsumen tidak terganggu. Karena itu diperlakukan proteksi atau alat pengamanan yang handal. Tujuan dari hal tersebut adalah ketika sebuah pembangkit mengalami gangguan , maka pengamanan dapat dilakukan dengan cepat sehingga kerusakan alat dapat diminimalisir.

### **1.1 Pengertian Generator**

Generator listrik adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik (L.Shintawaty, 2014). Prinsip kerjanya bersumber pada hukum Faraday yaitu bila suatu pengantar diputar di dalam medan magnet. Sehingga dapat memotong garis-garis gaya magnet. Lalu pada ujung penghantar akan timbul gaya gerak listrik (GGL) yang mempunyai satuan Volt.

### **1.2 Arus Hubung Singkat**

Arus hubung singkat adalah arus lebih yang dihasilkan oleh gangguan dengan mengabaikan impedansi antara titik-titik pada potensial yang berbeda, dalam kondisi layanan normal. Arus ini bertujuan untuk menentukan besarnya arus pendek yang dapat timbul pada suatu sistem tenaga listrik, sehingga mampu memberikan aksi terhadap persamaan besarnya arus yang dapat melewati pada suatu sistem dengan ranting ketahanan peralatan didalam sistem tersebut melalui suatu alat proteksi arus lebih sehingga terhindar dari arus yang dapat merusaknya.

Arus hubung singkat merupakan arus lebih yang disebabkan oleh gangguan impedansi yang sangat kecil mendekati nol antara dua penghantar aktif yang dalam kondisi normal berbeda potensialnya.

Gangguan arus hubung singkat yang dapat terjadi pada generator adalah sebagai berikut :

A. Arus hubung singkat tiga fasa

Terjadinya gangguan ini dikarenakan arus lebih besar stator generator.

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$I_{hs} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_f} \dots \dots \dots (1)$$

B. Arus hubung singkat dua fasa

Gangguan ini dikarenakan dua buah fasa pada sistem tenaga listrik hubung singkat.

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$I_{hs} = \frac{\sqrt{3}E_a}{Z_1 + Z_2} \dots \dots \dots (2)$$

C. Arus hubung singkat dua fasa dengan tanah

Gangguan ini terjadi dikarenakan dua buah fasa pada sistem tenaga listrik hubung singkat dengan tanah.

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$I_{hs} = \frac{E_a}{\frac{Z_0 Z_2}{Z_0 + Z_2} + Z_1} \dots \dots \dots (3)$$

D. Arus hubung singkat satu fasa dengan tanah

Gangguan ini karena satu buah fasa pada sistem tenaga listrik hubung singkat dengan tanah.

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$I_{hs} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan

$I_{hs}$  = Arus hubung singkat

$E_a$  = Tegangan fasa netral sistem  $11kV = \frac{11000}{\sqrt{3}V}$

$Z_0$  = Impedansi urutan nol

$Z_1$  = Impedansi urutan positif

$Z_2$  = Impedansi urutan negatif

$Z_f$  = Impedansi gangguan hubung singkat

E. Relay Arus Lebih

Relay arus lebih merupakan rangkaian peralatan relay pengamanan yang dapat memberikan respon terhadap kenaikan arus yang melewati nilai arus yang telah ditentukan rangkaian yang diamankan.

*Relay* arus lebih merupakan *relay* pekerja yang tertuju pada arus lebih dan *relay* ini bekerja jika arus yang mengalir melewati nilai settingnya dari ambang batas. Ambang batas adalah arus yang ditetapkan dimana *relay* tidak boleh beroperasi di bawah settingannya dan diatasnya harus beroperasi (Uma, 2014).

Prinsip kerja *relay* arus lebih ini bekerja pada arus lebih, *relay* akan bekerja apabila arus yang mengalir melewati nilai settingannya ( $I_s$ ) (Timotius, 2016).

Jenis karakteristik *relay* arus lebih antara lain

a. *Relay* waktu mendadak (*Instantaneous Relay*)

*Relay* yang bekerja mendadak (tanpa adanya waktu tunda) ketika arus yang mengalir melewati nilai setingannya, *relay* akan bekerja dalam waktu beberapa milidetik (10 – 10 ms)

b. *Relay* arus lebih waktu pasti (*definite time relay*)

*Relay* ini memberikan PMT ketika saat terjadinya gangguan hubung singkat dan besarnya arus gangguan melewati nilai settingannya ( $I_s$ ) dan jangka waktu kerja *relay* mulai pick up sampai kerja *relay* diperpanjang dengan waktu tertentu tidak tergantung besarnya arus yang menggerakkan *relay*.

c. *Relay* arus lebih terbalik (*Inverse relay*)

*Relay* ini beroperasi dengan waktu tunda yang bergantung pada besarnya arus secara terbalik (*Inverse time*), *relay* arus lebih waktu terbalik memiliki waktu operasi yang berbeda dengan besarnya arus gangguan jadi semakin besar arus gangguan maka *relay* akan bekerja dalam waktu yg semakin cepat, semakin besar arus maka semakin kecil waktu tundanya.

Karakteristiknya dibedakan dalam tiga antara lain

1. *Standart Inverse*
2. *Very Inverse*
3. *Extremely Inverse*

Tabel 1. Konstanta Karakteristik *Relay* Arus Lebih standarisasi PLN 2005

No	Deskripsi	K	C	$\alpha$
1.	<i>Definite time</i>	-	0 - 100	-
2.	<i>Standart Inverse</i>	0,14	0	0,02
3.	<i>Very Inverse</i>	13,5	0	1
4.	<i>Extremely Inverse</i>	80	0	2



5.	<i>Longtime Inverse</i>	120	0	1
----	-----------------------------	-----	---	---

Maka setting waktunya

$$C = TMS \times \frac{K}{\left[\frac{I_f}{I_s}\right]^\alpha - 1} \dots\dots\dots(5)$$

Sehingga untuk

a) *Standar Inverse* / normal (SI)

$$t = TMS \times \frac{0,14}{\left[\frac{I_f}{I_s}\right]^2 - 1} \dots\dots\dots(6)$$

b) *Very inverse* (VI)

$$t = TMS \times \frac{13,5}{\left[\frac{I_f}{I_s}\right] - 1} \dots\dots\dots(7)$$

c) *Extremely Inverse* (EI)

$$t = TMS \times \frac{80}{\left[\frac{I_f}{I_s}\right]^2 - 1} \dots\dots\dots(8)$$

d) *Longtime Inverse* (LTI)

$$t = TMS \times \frac{120}{\left[\frac{I_f}{\frac{1}{3}}\right] - 1} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

- t = waktu sebenarnya *relay* beroperasi
- Tms = setting waktu untuk *relay* beroperasi
- $\alpha$  dan K = konstanta (lihat tabel 1)
- $I_f$  (*fault*) = arus gangguan
- $I_s$  = arus setting

d. Setting Arus ( $I_s$ )

Setting arus input yaitu untuk menentukan seberapa besarnya arus (I). arus input berasal dari trafo arus (CT) yang bersangkutan dan nilainya tergantung terhadap keadaan sistem

apakah keadaan normal atau ada gangguan. Pada saat ada gangguan besarnya arus bervariasi antara arus hubung singkat minimum atau arus hubung singkat maksimum.

Setting arus input dipilih pada nilai arus ( $I_s$ ). Jika besar arus melebihi  $I_s$  maka *relay* akan trip – Arus setting bisa diperoleh dengan memilih salah satu posisi sadapan arus (*current tap*) yang tersedia di *relay*.

Arus pick up atau arus kerja adalah nilai arus dimana *relay* arus bekerja dan menutup kontakannya sehingga waktu *relay* trip (bekerja) standar inggris menetapkan bahwa besar arus pick up 1,05 – 1,3 kali perhitungan setting *relay* arus lebih sebagai berikut.

$$I_n = \frac{S \text{ KVA}}{V \text{ (KV)} \sqrt{3}} \dots\dots\dots(10)$$

$$I_s \text{ Primer} = 1,05 \cdot I_n \dots\dots\dots(11)$$

$$I_s \text{ Sekunder} = I_s \text{ primer} \cdot \frac{CT \text{ Sekunder}}{CT \text{ Primer}} \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan :

$I_n$  = Arus Nominal ( A )

$S$  = Daya (KVA)

$V$  = Tegangan (KV)

$I_s$  = Arus seting *relay* arus lebih waktu seketika ( A )

#### e. *Time Multiplier Setting* (TMS)

Untuk menentukan besarnya TMS atau setting tunda waktu sebagai berikut.

$$TMS = \left[ \frac{\left( \frac{I_{hs}}{I_s} \right) - 1}{13,5} \right] \times t \dots\dots\dots(13)$$

$$t = TMS \times \frac{13,5}{\left[ \frac{I_{hs}}{I_s} \right] - 1} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan

$t$  = waktu operasi *relay* (s)

TMS = setting tunda waktu (s)

$I_s$  = arus setting *relay* arus lebih waktu seketika (A)

$I_{hs}$  = arus hubung singkat (A)

## 2. METODE

### 2.1 Rancangan Penelitian

Penulis membuat berbagai metode agar setiap metode penelitian dan tujuannya dapat dilaksanakan secara baik. Sehingga terbuatlah metode penelitian dengan 5 tahap.

#### 2.1.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah analisis dari berbagai referensi yang berhubungan dan mendukung teori untuk penyelesaian penelitian “Studi Evaluasi Sistem Proteksi *Relay* Arus lebih pada Generator di pusat PLTA Gajah Mungkur”

#### 2.1.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara meneliti dan mengambil data dari penelitian di PT Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica (sub unit PLTA Gajah Mungkur) Wonogiri, Jawa Tengah. Data tersebut didapat sesuai dengan prosedur yang telah dijelaskan, yaitu dengan mengirim surat ijin pengambilan data dari pihak Universitas, kemudian surat dari Universitas dibawa ke PT Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica di Banjarnegara. Lalu menunggu balasan dari PT Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica, setelah mendapat izin yang berupa surat balasan baru melakukan pengambilan data di sub unit PLTA Gajah Mungkur Wonogiri sesuai yang dibutuhkan. Data yang diperlukan berupa data proteksi pada generator yang terpasang. Data-data pada proteksi generator yang akan diambil yaitu :

- a. Data arus dan tegangan
- b. Data proteksi yang terpasang

#### 2.1.3 Analisis Data

Analisa atau pengolahan data dilakukan setelah proses pengambilan data di PT Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica ( Sub unit PLTA Gajah Mungkur) Wonogiri, Data-data tersebut akan dianalisa menjadi bentuk matematis (perhitungan biasa) dan dievaluasi.

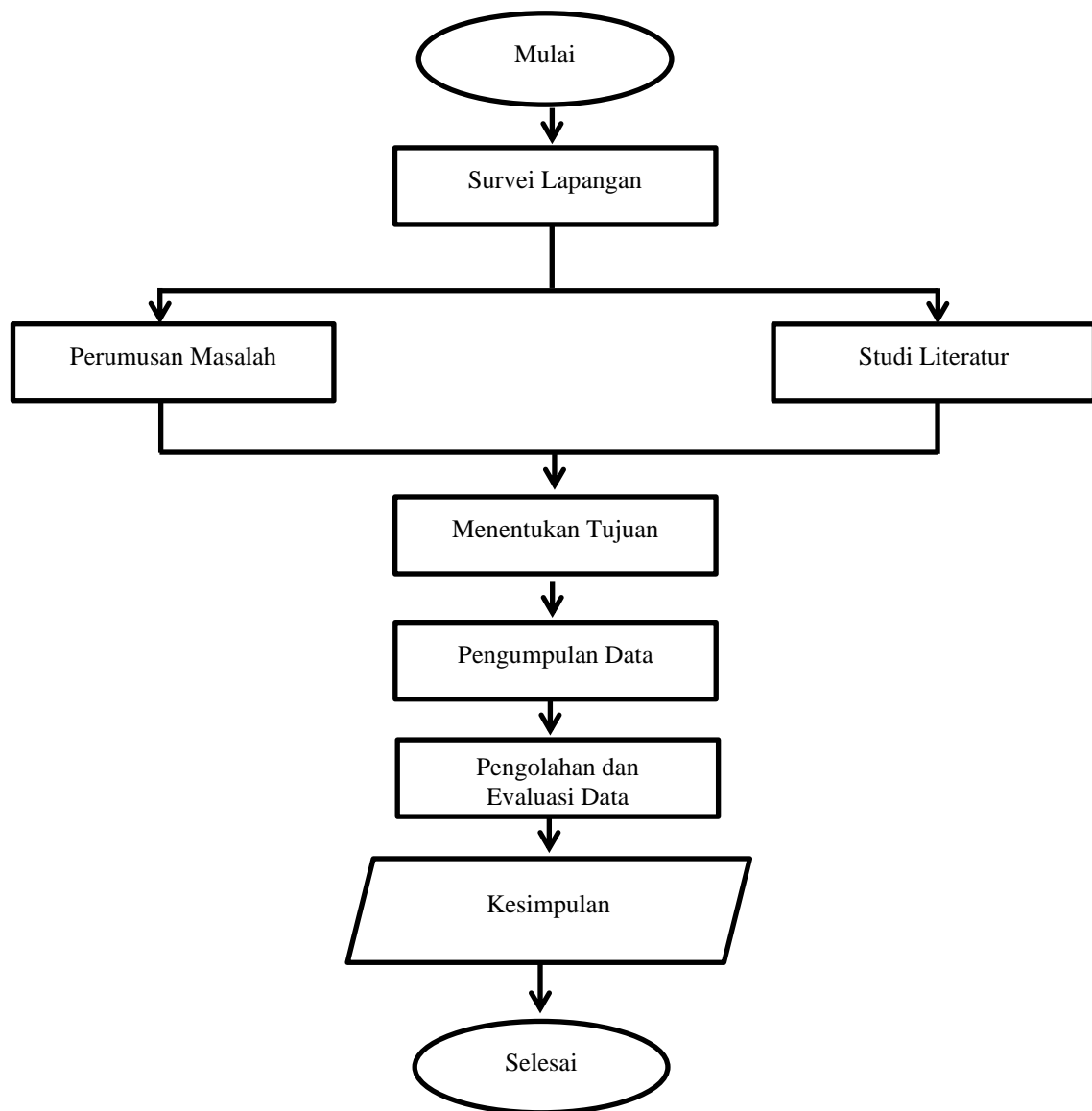
#### 2.1.4 Kesimpulan

Hasil akhir yang telah diperoleh dari analisis pada penelitian tugas akhir ini.

#### 2.1.5 Penyusunan laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari proses penelitian ini dengan ditandai pembuatan laporan secara tertulis sebagai hasil dari suatu penelitian, agar peneliti dapat mengkomunikasikan hasil penelitiannya kepada para pembaca.

## 2.2 Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data gambar Generator Sub Unit PLTA Gajah Mungkur

Merk : SHINKO ELECTRIC  
Tipe : FEN KL 2-AW-3700  
Kecepatan : 273 rpm  
Daya : 7750 KVA  
Arus : 678 A  
Tegangan : 6600 V = 6,60 KV  
Frekuensi : 50 Hz

Koneksi	: Star
Kelas Isolasi	: B
Factor Daya	: 0,8 <i>Lagging</i>
Phasa	: 3
Reaktansi	: 20 %
$Z1 = Z2$	: 0,062 ohm
$Z0$	: 0,026 ohm

### 3.2 Perhitungan Arus Hubungan Singkat

Untuk menentukan besarnya arus hubungan singkat terhadap suatu sistem diperlukan data-data dari generator beserta impedansi (tahanan) dan reaktansinya. Perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan gangguan arus hubung singkat 1 fasa dengan tanah pada generator sub unit PLTA Gajah Mungkur

$$E_a = \frac{6,600KV}{\sqrt{3}} = \frac{6,600}{1,732} = 3,811 \text{ KV}$$

$$I_{hs} = \frac{3 E_a}{Z1+Z2+Z0}$$

$$I_{hs} = \frac{3,3,811}{0,062+0,062+0,026}$$

$$I_{hs} = \frac{11,433}{0,150}$$

$$I_{hs} = 76,220 \text{ A}$$

Jadi hasil arus hubung singkat, fase ke tanah adalah 76,22 A

### 3.3 Data Relay Arus Lebih Pada Generator

Data Relay Arus Lebih pada Generator akan digunakan sebagai perhitungan selanjutnya yaitu untuk perhitungan arus nominal ( $I_n$ ), arus setting ( $I_s$ ), *Time Multiplier Setting* (TMS) dan waktu operasi *relay* (TOP). Data relay arus lebih generator yang digunakan di sub Unit PLTA Gajah Mungkur sebagai berikut

Relay	: <i>Over Current Relay</i>
Jenis	: <i>Inverse Time</i>
Karakteristik	: <i>Very Inverse</i>
Tipe	: COV – 8 – P
Arus Setting	: 7

TMS : 0,1 S  
 Top : 0,2 S  
 Rasio CT : 450 / 5 A

### 3.4 Perhitungan Arus Nominal (In)

Hasil dari perhitungan arus nominal akan digunakan untuk perhitungan setting arus (Is)

$$\begin{aligned} \text{In} &= \frac{KVA}{\sqrt{3} \cdot KV} \\ \text{In} &= \frac{7750 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \cdot KV} \\ \text{In} &= \frac{7750 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \cdot 6,6KV} \\ \text{In} &= \frac{7750 \text{ KVA}}{1,732 \cdot 6,6KV} \\ \text{In} &= \frac{7750 \text{ KVA}}{11,431KV} \\ \text{In} &= 677,981 \text{ A} \end{aligned}$$

### 3.5 Perhitungan Setting Arus (Is)

Hasil perhitungan setting arus digunakan untuk perhitungan waktu operasi *relay* (TOP)

$$\begin{aligned} \text{Is Primer} &= 1,05 \cdot \text{In} \\ &= 1,05 \cdot 677,98 \text{ I} \\ &= 711,880 \text{ A} \end{aligned}$$

Nilai tersebut adalah nilai arus setelah sisi primer , kemudian nilai yang distelkan pada *relay* merupakan nilai sekundernya. Sehingga dihitung dengan nilai pada rasio CT arus yang sudah terpasang.

Besarnya arus pada sisi sekunder sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Is Sekunder} &= \text{Iprimer} \times \frac{CT \text{ Sekunder}}{CT \text{ Primer}} \\ &= 711,880 \times \frac{5}{450} \\ &= \frac{3559,4}{450} \\ &= 7,990 \text{ A} \end{aligned}$$

Untuk arus setting pada sisi primer 711,880 A tetapi nilai akan diaturkan pada *relay* adalah sisi sekundernya yaitu 7,909 A

### 3.6 Perhitungan TMS ( Time Multiplier Setting)

Hasil perhitungan dari TMS (*Time Multiplier Setting*) sebagai berikut :

$$\text{TMS} = \frac{\left[ \left[ \frac{I_{hs}}{I_s} \right] - 1 \right] \times 0,2}{13,5}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\left[ \frac{76,220}{7,909} - 1 \right] \times 0,2}{13,5} \\
&= \frac{(9,637 - 1) \times 0,2}{13,5} \\
&= \frac{1,727}{13,5} \\
&= 0,128 \text{ S}
\end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan TMS adalah 0,128 S

### 3.7 Perhitungan Waktu Operasional *Relay* (TOP)

Hasil perhitungan TOP ( Waktu Operasional *Relay*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{TOP} &= \text{TMS} \times \frac{13,5}{\left[ \frac{I_{hs}}{I_s} - 1 \right]} \\
&= 0,128 \times \frac{13,5}{\left[ \frac{76,220}{7,909} - 1 \right]} \\
&= 0,128 \times \frac{13,5}{(9,637 - 1)} \\
&= 0,128 \times \frac{13,5}{8,637} \\
&= 0,128 \times 1,563 \\
&= 0,200 \text{ s}
\end{aligned}$$

### 3.8 Evaluasi Setting *Relay*

Bersumber pada data setting eksisting dan data setting hasil dari perhitungan, maka dapat dibuat sebuah tabel perbandingan sebagai berikut :

Tabel 2 . Perbandingan hasil perhitungan dengan data eksisting

Uraian	Hasil perhitungan	eksisting
In ( Arus Nominal)	677,981 A	678 A
Is ( Arus Setting)	7,909 A	7
TMS	0,128 S	0,1 S
TOP	0,200 S	0,2 S

Untuk hasil presentasi selisih perbandingan antara hasil perhitungan dengan eksisting dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{a. Arus nominal (In)} &= \left| \frac{\text{hasil perhitungan} - \text{Eksisting}}{\text{Eksisting}} \right| \times 100\% \\
&= \left| \frac{677,981 - 678}{678} \right| \times 100\% \\
&= \frac{0,019}{678} \times 100\%
\end{aligned}$$

$$= 0,003 \%$$

Jadi selisih nominal hasil perhitungan dengan data eksistingnya adalah 0,003%

$$\begin{aligned} \text{b. Arus Setting (In)} &= \left| \frac{7,909-7}{7} \right| \times 100\% \\ &= \frac{0,909}{7} \times 100\% \\ &= 12,986 \% \end{aligned}$$

Jadi selisih arus setting hasil perhitungan dengan data eksistingnya adalah 12,986 %

$$\begin{aligned} \text{c. TMS} &= \left| \frac{0,128-0,1}{0,1} \right| \times 100\% \\ &= \frac{0,028}{0,1} \times 100\% \\ &= 28 \% \end{aligned}$$

Jadi selisih TMS hasil perhitungan dengan data eksistingnya adalah 28 %

$$\begin{aligned} \text{d. TOP} &= \left| \frac{0,200-0,2}{0,1} \right| \times 100\% \\ &= 0 \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Jadi selisih TOP hasil perhitungan dengan data eksistingnya adalah 0 %

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian hasil evaluasi / analisis tentang proteksi arus lebih pada generator di Sub unit PLTA Gajah Mungkur Wonogiri, dapat disimpulkan sebagai berikut

- Arus nominal (In) nilai eksistingnya 678 A sedangkan nilai perhitungan settingnya 677,981 A. Dapat dikatakan dari hasil perhitungan dan hasil eksistingnya hampir sama
- Arus setting (Is) nilai eksistingnya 7 A dan hasil nilai hasil perhitungan settingnya 7,909 A. Dapat dikatakan hasil perhitungannya lebih besar dari nilai settingnya. Hal ini menyatakan bahwa arus maksimum yang bisa mengoperasikan relay arus lebih tersebut juga menjadi lebih besar. Yang semula 7 A menjadi 7,909 A
- Time Multiplier Setting* (TMS ) nilai setting eksistingnya 0,1 S sedangkan hasil nilai perhitungannya settingnya 0,128 S. Hal ini menyatakan bahwa TMS hasil perhitungan lebih besar dari nilai eksistingnya. Dapat dikatakan hasil perhitungan lebih lambat untuk memproteksi komponen dari gangguan



- d. Waktu operasi *Relay* ( TOP ) nilai setting eksistingnya 0,2 S sedangkan hasil nilai perhitungan settingnya 0,2 S. Hal ini berarti nilai *Time Operation* (TOP) hasil perhitungannya dan hasil eksistingnya adalah sama.

## **PERSANTUNAN**

Penyusunan naskah publikasi bukan semata mata hasil dari penulis sendiri. Melainkan ada pihak-pihak lain yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat tentang tugas akhir. Penulis berterimakasih kepada:

1. Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya
2. Orang tua yang selalu tanpa hentinya memberikan dukungan untuk pengerjaan tugas akhir tersebut.
3. Bapak Jatmiko Ir, MT selaku pembimbing yang sudah memberikan waktu, ilmu dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak Anang dari PLTA Gajah Mungkur selaku pembimbing sewaktu pengambilan data
5. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang mengajarkan ilmu yang bermanfaat selama proses perkuliahan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aji Pranata (2019). *Analisis Sistem Proteksi Relay Arus Lebih Pada Generator Di Pusat PLTA Kedung Ombo*, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Letifah Shintawaty (2014). *Sistem Proteksi Pada Generator di PLTG Musi 2 Palembang*. Universitas Tridianti Palembang.
- Rachmad Hidayat Mastian Noor (2017). *Analisis Koordinasi Over Current Relay Untuk Gangguan Fasa Dan Tanah di PT. Kaltim Prima Coal*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Winestri Nurfiqa Desetiorizki (2018). *Evaluasi Setting Relay Arus Lebih Pada Generator Unit 1 Di Pusat Listrik Tenaga Air Timo*. Fakultas Teknik, Universitas Tidar.
- Zulkarnaini, Diaz Satya Nugraha (2019) *Analisa Proteksi Arus Lebih Pada Generator PLTU Teluk Sirih*. Institut Teknologi Padang.

